



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 42 37 972 C 2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F04D 19/04  
F16C 32/04

21 Aktenzeichen: P 42 37 972.5-15  
22 Anmeldetag: 11. 11. 92  
43 Offenlegungstag: 19. 5. 94  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 6. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Balzers und Leybold Deutschland Holding AG, 63450  
Hanau, DE

74 Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

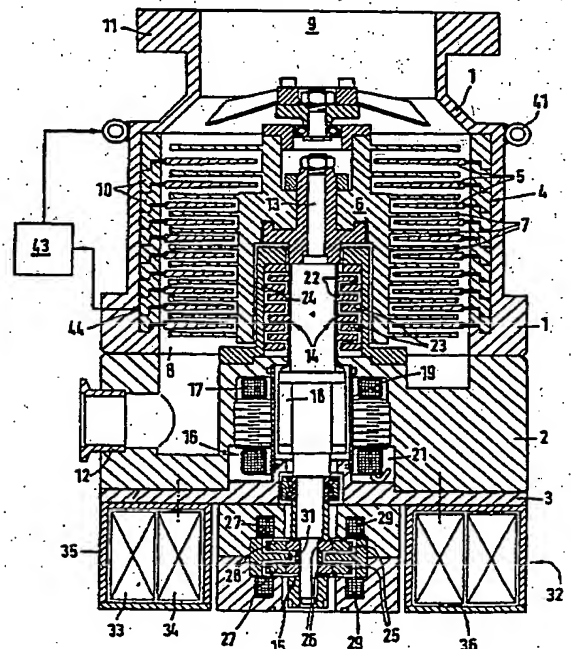
72 Erfinder:  
Reimer, Peter, Dr., 5030 Mürth, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 39 738 A1  
DE-OS 28 37 497  
US 48 32 576

54 Vakuumpumpe mit Rotor.

57 Vakuumpumpe mit einer Eintrittsseite und einer Austritts-  
seite, mit einem mit hoher Drehzahl betriebenen Rotor, mit  
einem Antriebsmotor für den Rotor und mit einer einen  
Transformator umfassenden Stromversorgung für den An-  
triebsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß der Transforma-  
tor (32) im Bereich der Austrittsseite an der Vakuumpumpe  
befestigt ist.



DE 42 37 972 C 2

DE 42 37 972 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe mit einer Eintrittsseite und einer Austrittsseite, mit einem mit hoher Drehzahl betriebenen Rotor, mit einem Antriebsmotor für den Rotor und mit einer einen Transformator umfassenden Stromversorgung für den Antriebsmotor.

Vakuumpumpen, die mit hoher Rotordrehzahl betrieben werden, sind beispielsweise Turbopumpen (axial, radial) oder Molekularpumpen, insbesondere Turbomolekularpumpen Molekularpumpen, Turbomolekularpumpen und Kombinationen davon gehören zur Gattung der Gasreibungsvakuumpumpen. Die pumpaktiven Flächen einer Molekularpumpe werden von den einander zugewandten Flächen eines Rotors und eines Stators gebildet, wobei der Rotor und/oder der Stator mit einer gewindeähnlichen Struktur ausgerüstet sind. Turbomolekularpumpen weisen — ähnlich wie ein Axialkompressor — Rotor- und Statorschaufeln auf, welche die pumpaktiven Flächen bilden. Die auf der Eintrittsseite befindlichen pumpaktiven Flächen bilden den Hochvakuum(HV)-Bereich. Die der Austrittsseite benachbarten pumpaktiven Flächen werden mit Vorvakuum(VV)-Bereich bezeichnet. Kombinierte Gasreibungspumpen sind in der Regel im HV-Bereich als Turbomolekularpumpe und im VV-Bereich als Molekularpumpe ausgebildet.

Zu Vakuumpumpen dieser Art (vgl. z. B. EU-A 464 571) gehört üblicherweise ein Wandler, der mit einem Leistungsteil, mit einem Steuerteil sowie mit Bedienungselementen ausgerüstet ist. Der Leistungsteil umfaßt u. a. einen Transformator, der der Umformung bzw. Wandlung der Netzspannung auf vom Antriebsmotor benötigte Spannungen dient. Vakuumpumpe und Wandler sind über ein Kabel miteinander verbunden.

Pumpen der beschriebenen Art werden immer häufiger zur Evakuierung von Kammern oder Rezipienten eingesetzt, in denen chemische Prozesse, wie Beschichtungs- oder Ätzprozesse usw., ablaufen. Bei diesen Einsatzfällen besteht das Problem der Feststoff-Belastung der Vakuumpumpe. Die Bildung und Abscheidung von Feststoffen wie  $AlCl_3$  kann aufgrund chemischer Reaktionen von Bestandteilen der abzupumpenden Gase untereinander, durch Reaktionen von Gasbestandteilen an den pumpaktiven Flächen, durch katalytische Effekte oder durch Unterschreitung der von Druck und Temperatur abhängigen Phasengrenz-Kurve erfolgen. Die Abscheidung von Feststoffen führt zu Schichtbildungen, die in Vakuumpumpen mit kleinen Spalten Verengungen der Spalte verursachen und damit eine Abnahme der Leistung der Pumpe zur Folge haben. Auch Abrasionen, Spelaufzehrungen usw. treten auf, die mit erhöhten Verschleißerscheinungen einhergehen und damit zu reduzierten Standzeiten führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe der eingangs erwähnten Art so zu gestalten, daß die geschilderten, mit dem Einsatz der Pumpe bei chemischen Prozessen verbundenen Feststoffbildungs-Probleme reduziert sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der zur Stromversorgung des Antriebsmotors gehörende Transformator im Bereich der Austrittsseite an der Vakuumpumpe befestigt ist. Ein Vorteil dieser Maßnahme besteht zunächst darin, daß die Baugröße des Wandlers um etwa 50% reduziert werden kann. Die Befestigung des Transformators an der Vakuumpumpe kann derart erfolgen, daß vorhandener Bauraum ausge-

nutzt werden kann, Durchmesser oder Höhe der Pumpe also nicht oder nur unwesentlich verändert werden müssen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, daß die Abwärme des Transformators dazu verwendet werden kann, die Pumpe austrittsseitig zu beheizen. Dadurch wird erreicht, daß die pumpaktiven Flächen im VV-Bereich wärmer sind als im HV-Bereich. Bei einer erfindungsgemäß ausgebildeten Gasreibungsvakuumpumpe nimmt deshalb — von der Eintrittsseite zur Austrittsseite — neben dem Druck auch die Temperatur zu, so daß es innerhalb der Gasreibungspumpe nicht oder kaum zu den befürchteten Feststoffbildungen kommt. Insbesondere bei Pumpen mit magnetgelagerten Rotoren, bei denen der Motor und seine Lagerungen nur einen unwesentlichen Beitrag zur thermischen Belastung der Vakuumpumpe liefern, ist der Einsatz der Erfindung von Bedeutung. Es muß lediglich sichergestellt sein, daß die oberen Temperaturgrenzen der im VV-Bereich befindlichen Bauteile — Motor, Magnetmaterial, Wälzlager, Rotorscheufeln (Fliehkraftfestigkeit) usw. — nicht überschritten werden.

Sollte die Gefahr bestehen, daß im VV-Bereich zu hohe Temperaturen auftreten, dann ist es zweckmäßig, eine Kühlung, und zwar eine in den HV-Bereich der Pumpe eingeleitete Kühlung, vorzusehen. Die Wirkung dieser Kühlung muß so gering gewählt werden, daß das gewünschte Temperaturprofil im Sinne der vorliegenden Erfindung erhalten bleibt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden. Die Figur zeigt einen Schnitt durch eine Turbomolekularpumpe.

Die dargestellte Turbomolekularpumpe weist das Gehäuse 1 sowie die Bauteile 2 und 3 auf. Das Gehäuse 1 umgibt den Stator 4. Der Stator 4 besteht aus mehreren Distanzringen 10, zwischen denen die Statorschaufeln 5 gehalten sind. Die Statorschaufeln 5 und die am Rotor 6 befestigten Rotorscheufeln 7 sind wechselnd in Reihen angeordnet und bilden den ringförmigen Gasförderkanal 8. Der Gasförderkanal 8 verbindet den Einlaß 9 der Pumpe (Eintrittsseite, HV-Bereich), gebildet vom Anschlußflansch 11, mit dem Auslaß 12, an den üblicherweise eine Vorvakuumpumpe angeschlossen ist (Austrittsseite, VV-Bereich).

Der Rotor 6 ist auf einer Welle 13 befestigt, die sich ihrerseits über Magnetlagerungen 14 und 15 im Gehäuse der Pumpe abstützt. Zwischen den beiden Magnetlagerungen 14 und 15 befindet sich der Antriebsmotor 16, der von der Spule 17 und dem mit der Welle 13 rotierenden Anker 18 gebildet wird. Der Antriebsmotor 16 ist als Spaltröhrenmotor ausgebildet. Das zwischen Spule 17 und Anker 18 angeordnete Spaltröhren ist mit 19 bezeichnet. Die Spule 17 befindet sich in einem vom Spaltröhren und vom Gehäuse 1 gebildeten Raum 21, der für die von der Pumpe 1 geförderten Gase nicht zugänglich ist.

Das obere Magnetlager 14 ist als passives Magnetlager ausgebildet. Es besteht aus rotierenden Ringscheiben 22, welche auf der Welle 13 befestigt sind, und ortsfesten Ringscheiben 23, die von der Hülse 24 umgeben sind. Das weitere Magnetlager 15 ist teilweise aktiv (in axialer Wirkrichtung) und passiv (in radialer Wirkrichtung) ausgebildet. Um dieses zu erreichen, sind auf der Welle 13 Ringscheiben 25 befestigt, welche jeweils aus einem Nabenring 26, einem Permanentmagnetring 27 und einem Armierungsring 28 bestehen. Diese Armierungsringe 27 haben die Aufgabe, Zerstörungen der Permanentmagnetringe 27 infolge der hohen Fliehkräfte zu vermeiden.

Den rotierenden Permanentmagneten 27 sind feststehende Spulen 29 zugeordnet. Diese bilden Magnetfelder, die mit Hilfe des durch die Spulen fließenden Stromes veränderbar sind. Die Änderungen des Spulenstromes erfolgen in Abhängigkeit von Axialsensoren, welche nicht dargestellt sind.

Im Spalt zwischen den mit der Welle rotierenden Ringscheiben 25 befindet sich eine feststehende Ringscheibe 31 aus nicht magnetisierbarem Material hoher elektrischer Leitfähigkeit. Dieses Material bewirkt eine Lagerstabilisierung mit wirkungsvoller Wirbelstromdämpfung. Ein dem Magnetlager 15 entsprechendes Lager ist in der europäischen Patentschrift 155 624 offenbart.

Zu Turbomolekularvakuumpumpen der beschriebenen Art gehört ein im einzelnen nicht dargestellter Wandler mit einem Leistungsteil, einem Steuerteil sowie — in der Regel — Baugruppen zur Bedienung der Pumpe. Erfindungsgemäß ist der Transformator 32, der sonst Bestandteil des Wandlers ist, an der Pumpe befestigt, und zwar am austrittsseitig angeordneten Basisflansch 3. Der Transformator 32 (mit Primärspule 33 und Sekundärspule 34) ist ringförmig (Ringkernbauart) ausgebildet und befindet sich in einem Gehäuse 35, das der Störfeldisolierung dient und den Benutzer vor der Berührung mit spannungsführenden Teilen schützt. Durch die untere Abdeckung 36 des Gehäuses 35 ist der Transformator 32 zugänglich.

Das Gehäuse 35 ist ebenfalls ringförmig ausgebildet, umgibt das aus dem Basisflansch 3 nach unten herausragende Magnetlager 15 und hat einen Außendurchmesser, der etwa dem Gehäuseteil 2 der Pumpe entspricht. Die Abmessungen der Pumpe werden dadurch nur unwesentlich verändert, während das Bauvolumen des nicht dargestellten Wandlers erheblich abnimmt.

Das Gehäuse 35 besteht aus einem gut wärmeleitenden Werkstoff und ist mittels Schrauben am Basisflansch 3 befestigt. Die im Transformator entstehende Wärme geht damit ungehindert auf die VV-Seite der Pumpe über und bewirkt die gewünschte Temperaturerhöhung. Sollte bei anderen Applikationen diese Temperaturerhöhung des VV-Bereichs nicht erwünscht sein, dann kann eine nicht dargestellte Ringscheibe aus schlecht wärmeleitendem Material zwischen Basisflansch 3 und Gehäuse 35 eingesetzt werden.

Wesentlich ist, daß bei den eingangs erwähnten Applikationen während des Durchgangs der Gase durch die Pumpe neben dem Druck auch die Temperatur zunimmt. Es kann deshalb zweckmäßig sein, die Pumpe im HV-Bereich zu kühlen. Ein Kühlrohr 41 ist beispielsweise dargestellt. Eine Kühlung im UV-Bereich ist ebenfalls möglich, um Temperaturen schnell regeln zu können.

Zur kontrollierten Aufrechterhaltung eines bestimmten Temperaturgefälles von der VV-Seite ist eine nur schematisch dargestellte Regeleinrichtung 43 vorgesehen. Sie regelt die Temperatur oder die Menge des durch das Kühlrohr 41 strömenden Kühlmittels, und zwar in Abhängigkeit von Signalen, die von einem oder mehreren Temperatursensoren geliefert werden. Ein Sensor 44 ist dargestellt. Mit ihm wird die Temperatur im VV-Bereich überwacht, die unter Einhaltung der oben erwähnten Temperaturgrenzen möglichst hoch sein soll.

triebenen Rotor, mit einem Antriebsmotor für den Rotor und mit einer einen Transformator umfassenden Stromversorgung für den Antriebsmotor, dadurch gekennzeichnet, daß der Transformator (32) im Bereich der Austrittsseite an der Vakuumpumpe befestigt ist.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Transformator ringförmig ausgebildet ist und einen Außendurchmesser hat, der etwa dem Außendurchmesser des Gehäuses der Pumpe entspricht.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Transformator (32) lösbar an einem Basisflansch (3) der Pumpe befestigt ist.

4. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Transformator (32) in einem Gehäuse (35) aus gut wärmeleitendem Werkstoff untergebracht ist.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie im Bereich ihrer Eintrittsseite mit einer Kühlung (41) ausgerüstet ist.

6. Vakuumpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einer Regeleinrichtung ausgerüstet ist, welche die Kühlung in Abhängigkeit von Signalen regelt, die von einem oder mehreren Temperatursensoren (44) geliefert werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit einer Eintrittsseite und einer Austrittsseite, mit einem mit hoher Drehzahl be-

